

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 6 日 (06.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/093942 A1

(51) 国際特許分類: H02P 21/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004044

(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 24 日 (24.03.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 宣男 (ITOU,

Nobuo) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 堀井 啓太 (HORII, Keita) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

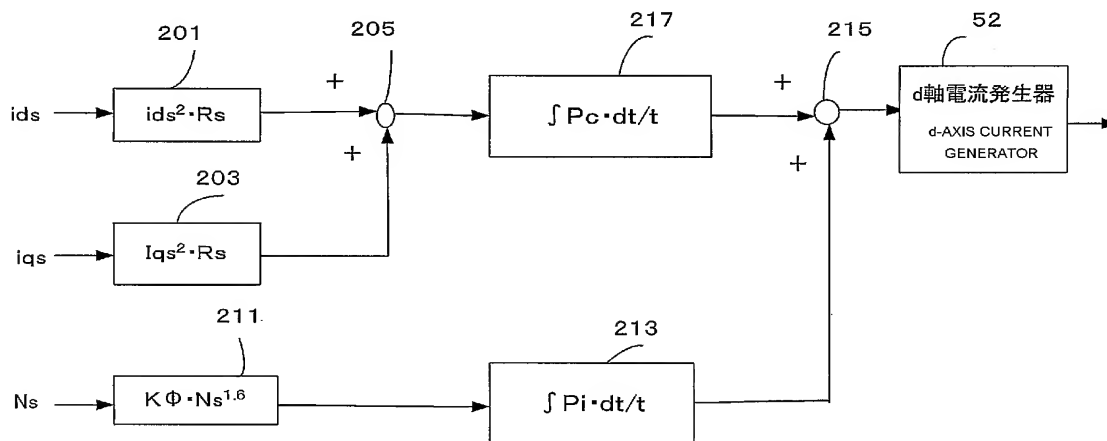
(74) 代理人: 宮田 金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[ 続葉有 ]

(54) Title: CONTROLLER OF PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石式同期モータの制御装置



(57) Abstract: A controller of a permanent magnet synchronous motor comprising an inverter (9) for receiving a DC voltage and converting it into an AC voltage having variable voltage and variable frequency so as to drive a permanent magnet synchronous motor (14), a speed controller (22) generating a command of a q-axis current component in the direction perpendicular to the magnetic field of the motor (14) according to a speed command signal, a loss calculation section (50) for calculating a loss from the sum of a copper loss value and an iron loss value of the motor (14), a d-axis current generator (52) generating a d-axis current command signal flowing to the motor according to a value obtained by subtracting the loss value from the rated loss value of the motor (14), and a resistor ON judging section (58) for judging whether the motor (14) is in regenerative state according to the DC voltage and operating the d-axis current generator (52) if it is in regenerative state.

(57) 要約: 直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータ 14 を駆動するインバータ 9 と、速度指令信号に基づいてモータ 14 の磁界と直角方向の q 軸電流成分の指令を発生する速度制御器 22 と、モータ 14 の銅損値と鉄損値との和から損失値を求める損失演算部 50 と、モータ 14 の定格損失値から損失値を差し引いた値に基づいて前記モータに流れる d 軸電流指令信号を発生する d 軸電流発生器 52 と、直流電圧に基づいてモータ 14 が回生状態か否かを判定すると共に、回生状態であれば、d 軸電流発生器 52 を動作させる抵抗オン判断部 58 とを備えている。



WO 2005/093942 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が  
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 永久磁石式同期モータの制御装置

## 技術分野

- 5 本発明は、モータの負荷状態を考慮しながらモータによって、回生電力を消費し得る永久磁石式同期モータの制御装置に関するものである。

- 従来の永久磁石式同期モータ制御装置では、特開 2 0 0 1 - 9 5 3 0 0 号公報に記載のように、直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換するインバータと、前記インバータから給電される永久磁石
- 10 式同期モータと、前記モータの速度指令を発生する速度指令装置と、前記速度指令に前記モータの速度が追従するようにトルク指令を発生する速度制御装置と、前記トルク指令に基づいて前記モータの磁界と直角方向の電流成分（q 軸電流成分）の指令を発生する q 軸電流指令装置と、前記モータの磁界と同方向の電流成分（d 軸電流成分）の指令を発生す
- 15 る d 軸電流指令装置と、前記 q 軸電流成分及び d 軸電流成分の各指令値に応じた電流が前記モータに流れるように前記インバータを制御する装置を備えた永久磁石式同期モータの制御装置において、前記 d 軸電流指令装置における前記 d 軸電流成分の指令値を前記モータの力行運転状態または回生運転状態に応じて切替える技術が開示されている。
- 20 永久磁石式同期モータからの発電電力がインバータの直流電圧側に回生しないように、モータの磁界と同方向の電流成分（d 軸電流成分）を制御するため、抵抗とスイッチング素子等で構成される回生電力消費用の回路を用いることなく、回生電力による直流電圧の増加を抑制することができる。この結果、制御システム全体を小型かつ経済的に構築する
- 25 ことができる。また、永久磁石式同期モータの運転状態が回生になる領域において、モータから発生する回生電力がモータの内部で消費するよ

うに、モータの磁界と同方向の電流成分（ $d$  軸電流成分）をモータの発電電力に応じて発生させることによって、または、インバータに入力する直流電圧に応じて発生させることによって、インバータの入力側直流電圧の上昇を抑制することができるものである。

- 5       しかしながら、従来の永久磁石式同期モータの制御装置は、 $d$  軸電流を無制限に流すと、モータの銅損が増大してモータの温度が許容値を超えて、モータの負荷が増大しすぎるという問題点があった。

#### 発明の開示

- 10       本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、モータで消費する許容損失から定められた  $d$  軸電流を流す永久磁石式同期モータの制御装置を提供することを目的とする。

- 15       本発明に係る永久磁石式同期モータの制御装置は、直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向の  $q$  軸電流成分の指令を発生する  $q$  軸電流指令手段と、前記モータの銅損値と鉄損値との和から損失値を求める損失算出手段と、前記モータの定格損失値から前記損失値を差し引いた値に基いて前記モータに流れる  $d$  軸電流指令信号を発生する  $d$  軸電流発生手段と、前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、回生状態  
20       であれば、前記  $d$  軸電流発生手段を動作させる制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

- 25       本発明によれば、モータが現在発生している損失を求め、定格損失から該損失を差し引いたモータに消費可能な  $d$  軸電流を、モータに流すようにしたので、モータの過負荷を防止しながらモータ内部で回生電力を消費できるという効果がある。

本発明に係る永久磁石式同期モータの制御装置は、直流電圧を入力し、

可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向の $q$ 軸電流成分の指令を発生する $q$ 軸電流指令手段と、前記モータの磁界と同方向の $d$ 軸電流指令信号を発生する $d$ 軸電流発生手段と、入力された前記モータの巻線抵抗値、界磁束定数値、定格損失値を記憶する記憶手段と、前記モータに流れる電流を検出して電流検出信号を発生する電流検出手段と、前記モータの回転位置を検出して位置検出信号を発生する位置検出手段と、前記電流検出信号と前記巻線抵抗値とに基いて銅損値を求めると共に、前記位置検出信号と前記界磁束定数値とに基いて鉄損値を求め、該鉄損値と前記銅損値との和となる損失値を求める演算手段と、前記定格損失値から前記損失値を差し引いた値に基いて前記モータに流れる $d$ 軸電流指令信号を発生する $d$ 軸電流発生手段と、前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、回生状態であれば、前記 $d$ 軸電流発生手段を動作させる制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

本発明によれば、モータが現在発生している損失を求め、定格損失から該損失を差し引いたモータに消費可能な $d$ 軸電流を、モータに流すようにしたので、モータの過負荷を防止しながらモータ内部で回生電力を消費できると共に、モータの現在発生している損失を容易に求めることができる。

本発明に係る永久磁石式同期モータの制御装置は、直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向の $q$ 軸電流成分の指令を発生する $q$ 軸電流指令手段と、前記モータの磁界と同方向の $d$ 軸電流指令信号を発生する $d$ 軸電流発生手段と、入力された前記モータの巻線抵抗値、界磁束定数値、定格損失

値、熱時定数を記憶する記憶手段と、前記モータに流れる電流を検出して電流検出信号を発生する電流検出手段と、前記モータの回転位置を検出して位置検出信号を発生する位置検出手段と、前記電流検出信号と前記抵抗値とに基いて銅損値を求めると共に、前記位置検出信号と前記界磁束定数とに基いて鉄損値を求め、該鉄損値と前記銅損値との和となる損失値を求める鉄損演算手段と、前記損失値と前記熱時定数とに基いて前記モータの巻線の温度上昇値を推定する推定手段と、前記温度上昇値に基いて前記モータに流れる d 軸電流指令信号を発生する d 軸電流発生手段と、前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、回生状態であれば、前記 d 軸電流発生手段を動作させる制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

本発明によれば、モータの損失からモータの巻線温度上昇値を推定してモータに消費可能な d 軸電流を、モータに流すようにした。このため、モータ温度上昇を抑制しながらモータ内部で回生電力を消費できる。

また、インバータが流し得る最大電流に基いて d 軸電流指令信号を制限する d 軸電流抑制手段を備えることが好ましい。

この構成により、インバータが流し得る最大電流の範囲内でモータに d 軸電流を流すようにしたので、インバータの過負荷を防止できる。

また、直流電圧に抵抗とスイッチング素子とを接続した回生消費手段と、直流電圧が予め定められた閾値を越えるか否かを判断し、越えるとスイッチング素子を動作させる動作手段と、を備えることが好ましい。

この構成により、回生電力をモータ内部で消費しきれない場合、スイッチング素子をオンにして抵抗により回生電力を消費するので、該スイッチング素子、抵抗の容量を小さくできるという効果がある。

## 25 図面の簡単な説明

図 1 は本発明の一実施例を示す永久磁石式同期モータの制御装置の

全体ブロック図である。

図 2 は図 1 に示す制御部を中心としたブロック図である。

図 3 は図 2 に示す損失演算部の詳細ブロック図である。

図 4 は図 2 に示す d 軸電流調整器の特性曲線図である。

5 図 5 は他の実施例による図 1 に示す制御部を中心としたブロック図である。

図 6 は他の実施例によるモータの巻線温度上昇を求めるブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### 10 実施例 1 .

本発明の一実施例を図 1 乃至図 3 によって説明する。図 1 は一実施例によるモータの制御装置の全体ブロック図、図 2 は図 1 に示す制御部の詳細ブロック図、図 3 は図 2 に示す損失演算部の詳細ブロック図である。

図 1 乃至図 3 において、モータの制御装置は、電力変換器 10 と、制御部 100 と、モータ 14 に流れる電流を検出して電流検出信号  $i_s$  を制御部 100 に入力する電流検出器(電流検出手段)12 と、モータ 14 の回転位置を検出して位置検出信号  $\theta_s$  を制御部 100 に入力する位置検出手段としてのエンコーダ 41 とを備え、速度制御部 150 から発生した速度指令信号  $N_r$  を制御部 100 に入力するようにしている。

20 電力変換器 10 には、三相交流電源を直流に変換するコンバータ 2 と、コンバータ 2 の脈動分を有する直流出力電圧を平滑させるコンデンサ 4 と、直流電圧を三相交流電圧に変換して永久磁石式同期型のモータ 14 を駆動するインバータ 9 と、モータ 14 から発生した回生電力をインバータ 9 を介してコンデンサ 4 に充電される回生電力を消費する抵抗 6 と、  
25 抵抗 6 に流れる電流をオン・オフ制御するスイッチング素子としてのトランジスタ 8 とを備えている。

図 2 おいて、制御部 100 は、エンコーダ 41 の位置検出信号  $\theta_s$  を微分して速度検出信号  $N_s$  を得る微分器 45 と、速度指令信号  $N_r$  と速度検出信号  $N_s$  との差となる速度偏差信号  $N_e$  を求める減算器 20 と、速度偏差信号  $N_e$  を入力して q 軸電流指令信号  $i_{qr}$  を得る q 軸電流指令手段としての速度制御器 22 と、位置検出信号  $\theta_s$  と電流検出信号  $I_s$  とにより座標変換して q 軸電流検出信号  $i_{qs}$ 、d 軸電流検出信号  $i_{ds}$  を求める座標変換器 43 と、電力変換器 10 内の直流電圧を検出して電圧検出信号  $V_s$  を発生すると共に、該電圧検出信号  $V_s$  を減算器 34 に入力する直流電圧検出器 30 と、予め定められた基準電圧信号  $V_r$  を減算器 34 に入力する基準電圧発生器 36 と、基準電圧信号  $V_r$  と電圧検出信号  $V_s$  との差となる電圧偏差信号  $V_e$  を求める減算器 34 とを備えている。

さらに、制御部 100 は、q 軸電流指令信号  $i_{qr}$  と q 軸電流検出信号  $i_{qs}$  との偏差となる q 軸電流偏差信号  $i_{qe}$  を求める減算器 24 と、q 軸電流偏差信号  $i_{qe}$  を入力して q 軸電流制御信号  $i_{qc}$  を発生する q 軸電流制御器 26 と、q 軸電流検出信号  $i_{qs}$ 、d 軸電流検出信号  $i_{ds}$ 、モータ 14 の回転速度となる速度検出信号  $N_s$  とからモータ 14 の損失を求める損失演算部 50 と、モータ 14 の定格損失から損失値を差し引いてモータ 14 が流し得る d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  を求める d 軸電流発生器(d 軸電流発生手段) 52 と、d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  と d 軸電流検出信号  $i_{ds}$  との偏差を求めて d 軸偏差電流信号  $i_{de}$  を発生する制御手段としての減算器 54 と、d 軸偏差電流信号  $i_{de}$  を入力して d 軸電流制御信号  $i_{dc}$  を発生する d 軸電流制御器 56 と、q 軸電流制御信号  $i_{qc}$ 、d 軸電流制御信号  $i_{dc}$  を入力して三相交流電流指令信号  $i_{ur}$ 、 $i_{vr}$ 、 $i_{wr}$  を発生する座標逆変換器 28 とを備えている。

さらに、制御部 100 は、予め定められた閾値  $V_z$  と電圧偏差信号(電



圧値) $V_e$ とを比較して、電圧偏差信号(電圧値) $V_e$ が高い場合、モータ 14 内で回生電力を消費しきれないと判断し、トランジスタ 8 をオン・オフ制御して抵抗 6 に回生電力を消費させる動作手段としての抵抗オン判断部 58 を備えている。

- 5 損失演算部(損失算出手段)50は、モータ14の全損失 $P_0(W)$ を求めるもので、モータ14の巻線によって生じる銅損 $P_c(W)$ 、モータ14の鉄心内に生じる鉄損 $P_i(W)$ との和をモータ14の全損失 $P_0(W)$ として演算している。

- 10 なお、モータ14の損失にはモータ14が回転することによりベアリングなどの摩擦となる機械損が存在するが、銅損と鉄損との和に比較して少ないので、無視する。

$$P_c = 3 R_w I_p^2 = R_w (i_{ps}^2 + i_{ds}^2)$$

ここに、 $R_w$ ：1相分の巻線の抵抗値 ( $\Omega$ )

$I_p$ ：1相分の電流の実効値 (A)

- 15  $P_i = K f \Phi^{1.6}$

ここに、 $K$ ：界磁束定数、 $f \Phi$ ：磁束の周波数 (Hz)

$$f \Phi = p N / 60$$

ここに、 $P$ ：極数、 $N$ ：モータの回転速度、

- 20 また、界磁束定数 $K$ はモータ14を無負荷で定格回転数 $N_n$ により回転してモータ14の入力 $P_i$ を測定し、下式より求めることができる。

$$K = (N_n / 60 P)^{1.6} / P_i$$

- 以上より、界磁束定数 $K$ 、モータ14の抵抗 $R_w$ を予め入力し、記憶手段としてのメモリ50mに記憶しておいて、エンコーダ41によりモータ14の回転速度を検出し、電流検出器12がモータ14に流れる電流を検出し、座標変換器43がq軸電流検出信号 $i_{qs}$ 、d軸電流検出信号 $I_{ds}$ を求めて、損失演算部50がモータ14のq軸電流検出信号 $i_{qs}$ 、
- 25

d 軸電流検出信号  $I_{ds}$ 、速度検出信号  $N_s$  からモータ 14 の全損失を求めることができる。

そして、図 3 において、損失演算部 50 は、d 軸電流検出信号  $I_{ds}$  を 2 乗した値に抵抗  $R_w$  を乗じて d 軸銅損  $P_d$  を得る d 軸銅損算出部 201 と、q 軸電流検出信号  $i_{qs}$  を 2 乗した値に抵抗  $R_w$  を乗じて q 軸銅損  $P_q$  を得る q 軸銅損算出部 203 と、d 軸銅損と q 軸銅損とを加算して全銅損  $P_c$  を求める加算器 205 と、全銅損  $P_c$  を時間で積分した積分値を総合時間で除することにより平均銅損  $P_{cave}$  を求める平均銅損算出部 217 と、モータ 14 の速度検出信号の 1.6 乗した値に定数  $K_\phi$  を乗じて鉄損  $P_i$  を得る鉄損算出部 211 と、各時間の時間で積分した積分値を総合時間で除することにより平均鉄損  $P_{iave}$  を求める平均鉄損算出部 213 と、平均銅損  $P_{cave}$  と平均鉄損  $P_{iave}$  とを加算した全損失  $P_{0ave}$  を d 軸電流発生器 52 に入力する加算器 215 とを備えている。

15 d 軸電流発生器 52 は、図 4 に示すようにモータ 14 の定格損失からモータ 14 が発生している全損失を差し引いた値がモータ 14 の d 軸電流で流し得る損失となる。よって、この値を d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  として発生するように構成されている。

20 なお、モータ 14 の定格損失は、モータ 14 が定格出力(W)を発生しているときのモータ 14 の入力電力(W)を測定し、入力電力から定格出力を差し引いた値が定格損失となる。この定格損失を例えば実験において求め、予め該定格損失値をメモリ 50 m に入力して記憶する。

上記のように構成されたモータの制御装置の動作について図 1 乃至図 3 によって説明する。まず、モータ 14 の定格損失値、モータ 14 の一相あたりの巻線抵抗  $R_s$ 、界磁磁束定数  $K$  を入力して損失演算部 50 のメモリ 50 m に記憶する。

速度指令信号  $N_r$  に基いてモータ 14 が回生状態で運転していると、インバータ 9 を介して回生電力がコンデンサ 4 に充電される。そうすると、コンデンサ 4 の両端電圧となる直流電圧が上昇する。

直流電圧検出器 30 から発生した電圧検出信号  $V_s$  を減算器 34 に入力し、同時に、基準電圧発生器 36 から基準電圧信号  $V_r$  を減算器 34 に入力すると、減算器 34 が電圧検出信号  $V_s$  と基準電圧信号  $V_r$  との差となる電圧偏差信号  $V_e$  を d 軸電流発生器 52 に入力する。一方、電流検出器 12 がモータ 14 に流れる電流を検出し電流検出信号  $i_s$  を発生して座標変換部 43 に入力し、エンコーダ 41 がモータ 14 の回転位置を位置検出信号  $\theta_s$  により検出して座標変換部 43 及び微分器 45 に入力する。座標変換部 43 が電流検出信号  $i_s$  を q 軸電流検出信号  $i_{qs}$ 、d 軸電流検出信号  $i_{ds}$  に変換して損失演算部 50 に入力すると共に、d 軸電流検出信号  $i_{ds}$  を減算器 54 に入力する。

損失演算部 50 は、メモリ 50m に記憶されたモータ 24 の抵抗  $R_s$  を用いて q 軸銅損算出部 201 が q 軸電流検出信号  $i_{qs}$  により q 軸銅損を求め、d 軸銅損算出部 203 が d 軸電流検出信号  $i_{ds}$  により d 軸銅損を求めて加算器 205 に加える。加算器 205 は、q 軸銅損  $P_q$  と d 軸銅損  $P_d$  との和となる全銅損  $P_c$  を求めて平均銅損算出部 217 に入力する。平均銅損算出部 217 は、図 3 に示すように全銅損  $P_c$  を時間で積分した積分値を総合時間で除することにより平均銅損  $P_{cave}$  を求めて加算器 215 に入力する。

一方、鉄損算出部 211 が速度検出信号  $N_s$  とメモリ 50m に記憶されたモータ 24 の界磁磁束定数  $K$  とを用いて鉄損  $P_i$  を求めて平均鉄損算出部 213 に入力する。平均鉄損算出部 213 は、鉄損  $P_i$  を時間で積分した積分値を総合時間で除することにより平均鉄損  $P_{iave}$  を求めて加算器 215 に入力する。加算器 215 は平均銅損と平均鉄損との和

となる全損失  $P_0$  を求めて d 軸電流発生器 52 に入力する。

d 軸電流発生器 52 は、図 4 に示すようにモータ 14 の定格損失からモータ 14 の全損失を差し引いた値を d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  として減算器 54 に入力する。減算器 54 が d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  と d 軸電流  
5 検出信号  $i_{ds}$  との差となる d 軸電流偏差信号  $i_{de}$  を求めて d 軸電流制御器 56 に入力し、d 軸電流制御器 56 が d 軸電流制御信号  $i_{dc}$  を座標変換器 18 に入力する。

一方、減算器 20 が速度指令信号  $N_r$  と速度検出信号  $N_s$  との差となる速度偏差信号  $N_e$  を求めて速度制御器 22 に入力する。速度制御器 2  
10 2 が q 軸電流指令信号  $i_{qr}$  を減算器 24 に入力し、座標変換器 43 から q 軸電流検出信号  $i_{qs}$  を減算器 24 に入力する。減算器 24 が q 軸電流指令信号  $i_{qr}$  と q 軸電流検出信号  $i_{qs}$  との偏差となる q 軸電流偏差信号  $i_{qe}$  を q 軸電流制御器 26 に入力する。q 軸電流制御器 26 が q 軸電流制御信号  $i_{qc}$  を座標逆変換器 28 に入力し、座標逆変換器 28 が  
15 三相交流電流指令信号  $i_{ur}$ ,  $i_{vr}$ ,  $i_{wr}$  をインバータ 9 に入力する。これによりモータ 14 に d 軸電流を流すことにより回生電力をモータ 14 の抵抗で消費する。

さらに、モータ 14 の回生電力が増加すると、モータ 14 の内部抵抗で回生電力が消費しきれないと、インバータ 9 内部の直流電圧が上昇し、  
20 電圧偏差信号  $V_e$  が抵抗オン判断部 58 に入力される。抵抗オン判断部 58 が電圧偏差信号  $V_e$  と閾値  $V_z$  とを比較して、閾値  $V_z$  を越えると、オン・オフ信号を発生してトランジスタ 8 をオン・オフ制御して抵抗 6 により回生電力を消費する。

このようにしてモータ 14 の定格出力範囲において、d 軸電流をモータ 14 に流すことができる。これにより、モータ 14 の過負荷を防止しながら回生電力をモータ 14 の内部で消費できる。  
25

さらに、モータ 14 の内部で回生電力を消費しきれないと、抵抗 6 により回生電力を消費するようにした。このため、抵抗 6 及びトランジスタ 8 の定格容量を小さくできる。

#### 実施例 2.

- 5 本発明の他の実施例を図 5 によって説明する。図 5 は他の実施例によるモータの制御装置の全体ブロック図である。図 5 中、図 2 と同一符号は同一部分を示し、その説明を省略する。

インバータ 9 を構成するトランジスタの定格電流  $I_n$  とすると、モータ 14 に流れる q 軸電流、d 軸電流について下記の関係がある。

10 
$$I_n = (i_q^2 + i_d^2)^{1/2}$$

これより、流し得る最大の d 軸電流指令信号  $i_{d\max}$  は下記となる。

$$i_{d\max} = (I_n^2 + i_d^2)^{1/2}$$

- この d 軸電流指令信号  $i_{d\max}$  以上流れなくするために図 5 に示すように d 軸電流発生器 52 の電流を制限する電流抑制器 103 を設けた  
15 ものである。

このようなモータの制御装置によれば、モータ 14 に d 軸電流を流してもインバータ 9 を構成するトランジスタの定格電流以内になるようにしたので、インバータ 9 が過電流になることを防止できる。

#### 実施例 3.

- 20 本発明の他の実施例を図 6 によって説明する。図 6 は他の実施例によるモータの巻線温度上昇を求めるブロック図である。図 6 中、図 3 と同一符号は同一部分を示し、その説明を省略する。

- 図 6 において、モータ 14 における巻線の温度上昇を求めるブロックは、平均銅損算出部 217 の出力となる平均銅損  $P_{cave}$  入力して、モ  
25 ータ 14 の巻線のみ自己温度上昇を求めて出力する第 1 温度推定器 317 と、平均鉄損算出部 213 の出力となる平均鉄損  $P_{iave}$  を入力とし

てモータ 1 4 の鉄心温度上昇を求める第 2 推定器 3 1 3 と、自己温度上昇と鉄心温度上昇とを加算して巻線温度上昇を推定する加算器 3 1 5 を備え、加算器 3 1 5 の出力となる巻線温度上昇を d 軸電流発生器 5 2 に入力することにより d 軸電流発生器 5 2 から d 軸電流指令信号  $i_{dr}$  を発生している。なお、第 1 及び第 2 温度推定器 3 1 7、3 1 3、加算器 3 1 5 により推定手段となる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように本発明に係る永久磁石式同期モータの制御装置は、モータ制御に適用している。

10

15

20

25

## 請 求 の 範 囲

1. 直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、
- 5 速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向の q 軸電流成分の指令を発生する q 軸電流指令手段と、
- 前記モータの銅損値と鉄損値との和から損失値を求める損失算出手段と、
- 前記モータの定格損失値から前記損失値を差し引いた値に基いて前記
- 10 モータに流れる d 軸電流指令信号を発生する d 軸電流発生手段と、
- 前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、回生状態であれば、前記 d 軸電流発生手段を動作させる制御手段と、
- を備えたことを特徴とする永久磁石式同期モータの制御装置。
2. 直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、
- 15 速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向の q 軸電流成分の指令を発生する q 軸電流指令手段と、
- 前記モータの磁界と同方向の d 軸電流指令信号を発生する d 軸電流発生手段と、
- 20 入力された前記モータの巻線抵抗値、界磁束定数値、定格損失値を記憶する記憶手段と、
- 前記モータに流れる電流を検出して電流検出信号を発生する電流検出手段と、
- 前記モータの回転位置を検出して位置検出信号を発生する位置検出手
- 25 段と、
- 前記電流検出信号と前記巻線抵抗値とに基いて銅損値を求めると共に、

前記位置検出信号と前記界磁束定数値とに基いて鉄損値を求め、該鉄損値と前記銅損値との和となる損失値を求める演算手段と、

前記定格損失値から前記損失値を差し引いた値に基いて前記モータに流れるd軸電流指令信号を発生するd軸電流発生手段と、

- 5 前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、回生状態であれば、前記d軸電流発生手段を動作させる制御手段と、  
を備えたことを特徴とする永久磁石式同期モータの制御装置。

3. 直流電圧を入力し、可変電圧・可変周波数の交流に変換して該交流により永久磁石式同期型のモータを駆動するインバータと、

- 10 速度指令信号に基づいて前記モータの磁界と直角方向のq軸電流成分の指令を発生するq軸電流指令手段と、

前記モータの磁界と同方向のd軸電流指令信号を発生するd軸電流発生手段と、

- 15 入力された前記モータの巻線抵抗値、界磁束定数値、定格損失値、熱時定数を記憶する記憶手段と、

前記モータに流れる電流を検出して電流検出信号を発生する電流検出手段と、

前記モータの回転位置を検出して位置検出信号を発生する位置検出手段と、

- 20 前記電流検出信号と前記抵抗値とに基いて銅損値を求めると共に、前記位置検出信号と前記界磁束定数とに基いて鉄損値を求め、該鉄損値と前記銅損値との和となる損失値を求める鉄損演算手段と、

前記損失値と前記熱時定数とに基いて前記モータの巻線の温度上昇値を推定する推定手段と、

- 25 前記温度上昇値に基いて前記モータに流れるd軸電流指令信号を発生するd軸電流発生手段と、



前記直流電圧に基いて前記モータが回生状態か否かを判定すると共に、  
回生状態であれば、前記 d 軸電流発生手段を動作させる制御手段と、

備えたことを特徴とする永久磁石式同期モータの制御装置。

4. 前記インバータが流し得る最大電流に基いて前記 d 軸電流指令信号

5 を制限する d 軸電流抑制手段を、

備えたことを特徴とする請求の範囲 2 又は 3 に記載の永久磁石式同期  
モータの制御装置。

5 前記直流電圧に抵抗とスイッチング素子とを接続した回生消費手段  
と、

10 前記直流電圧が予め定められた閾値を越えるか否かを判断し、越える  
と前記スイッチング素子を動作させる動作手段と、

を備えたことを特徴とする請求の範囲 2 又は 3 に記載の永久磁石式同期  
モータの制御装置。

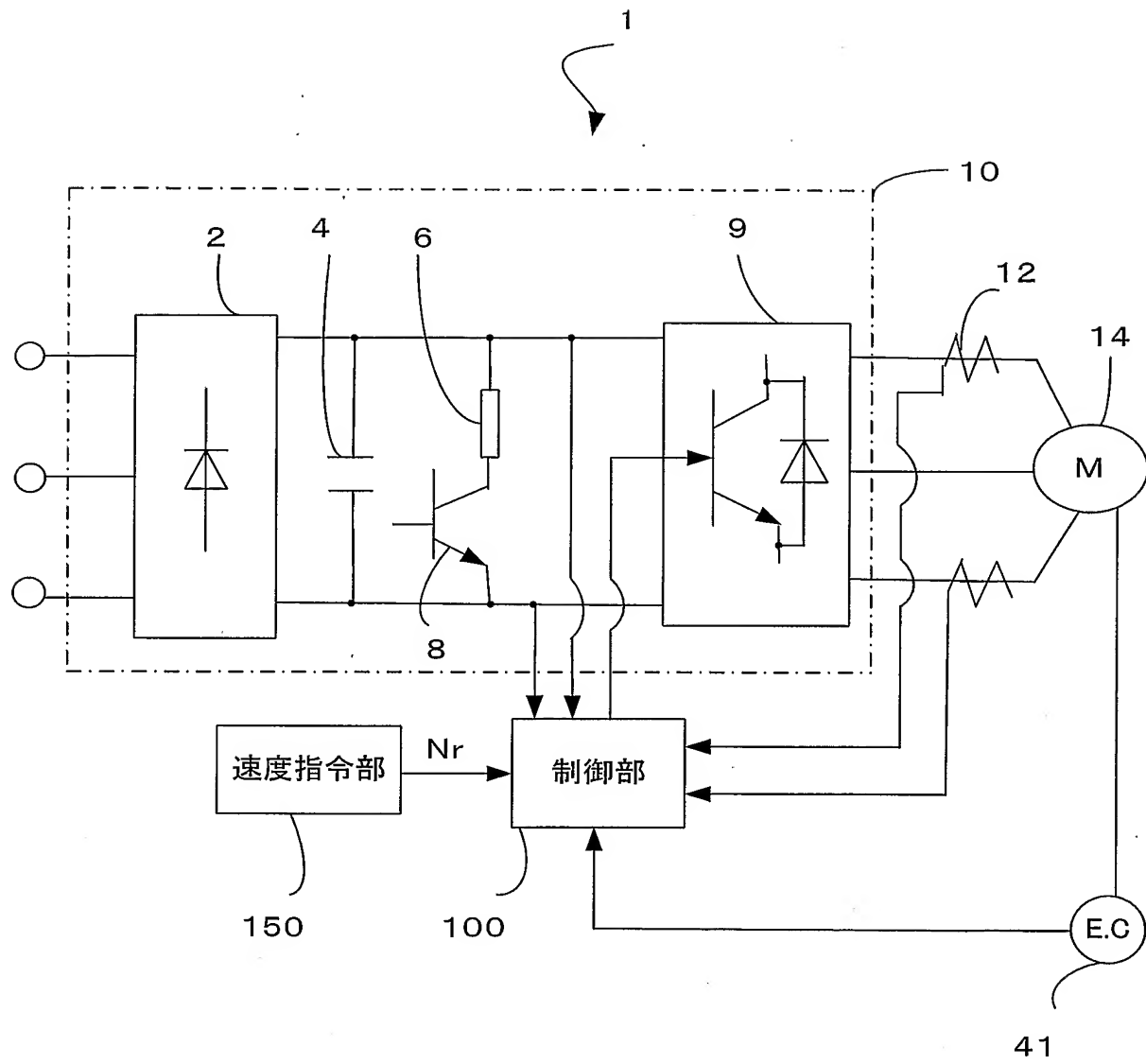
15

20

25

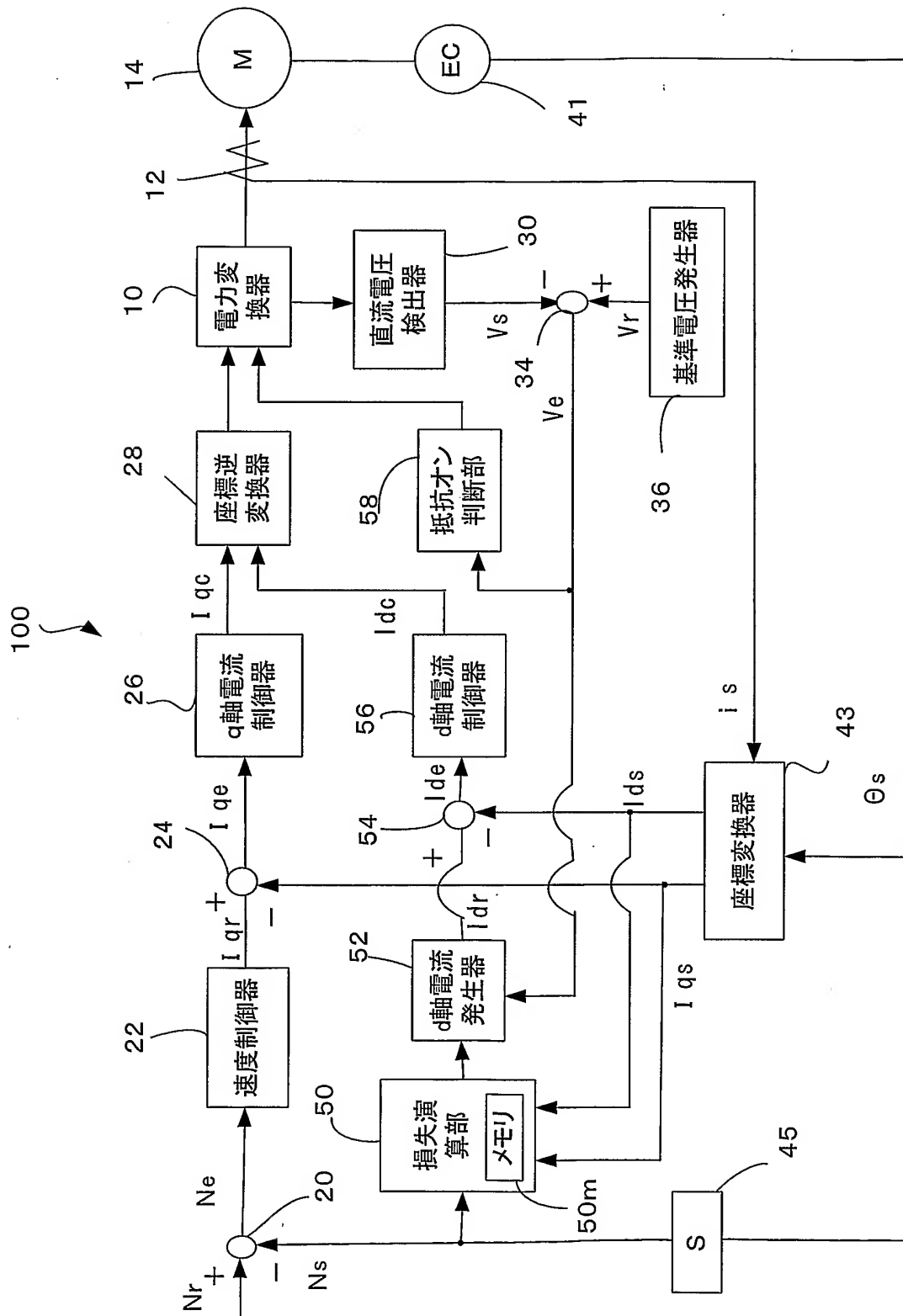
1/6

図1



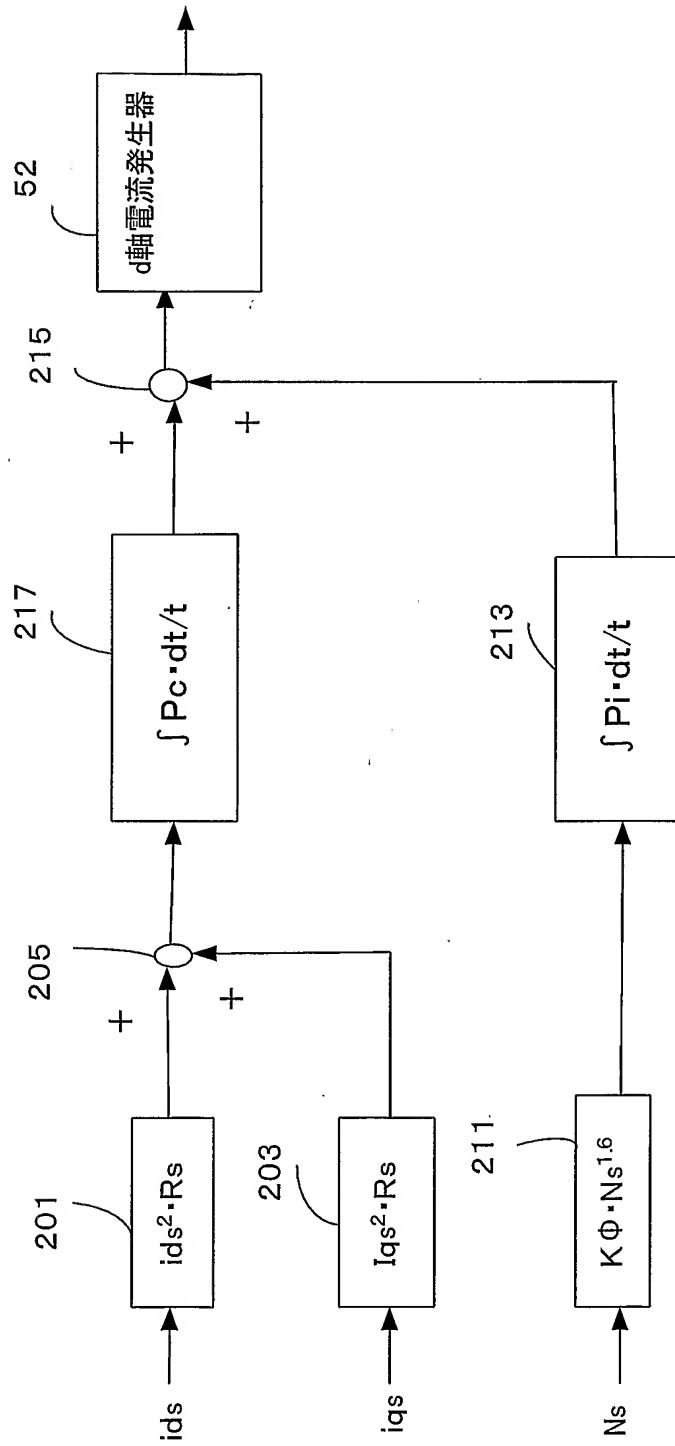
2/6

図2



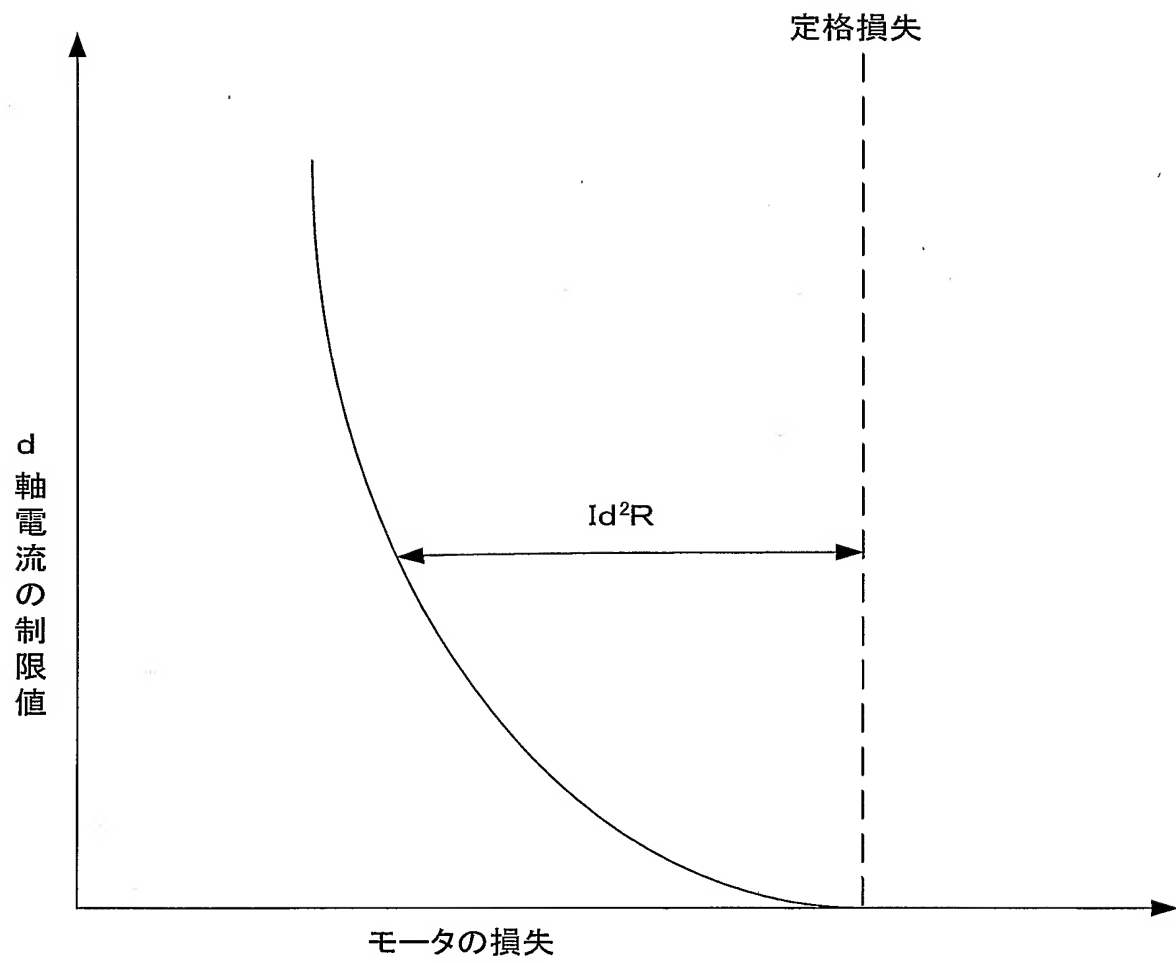
3/6

図3



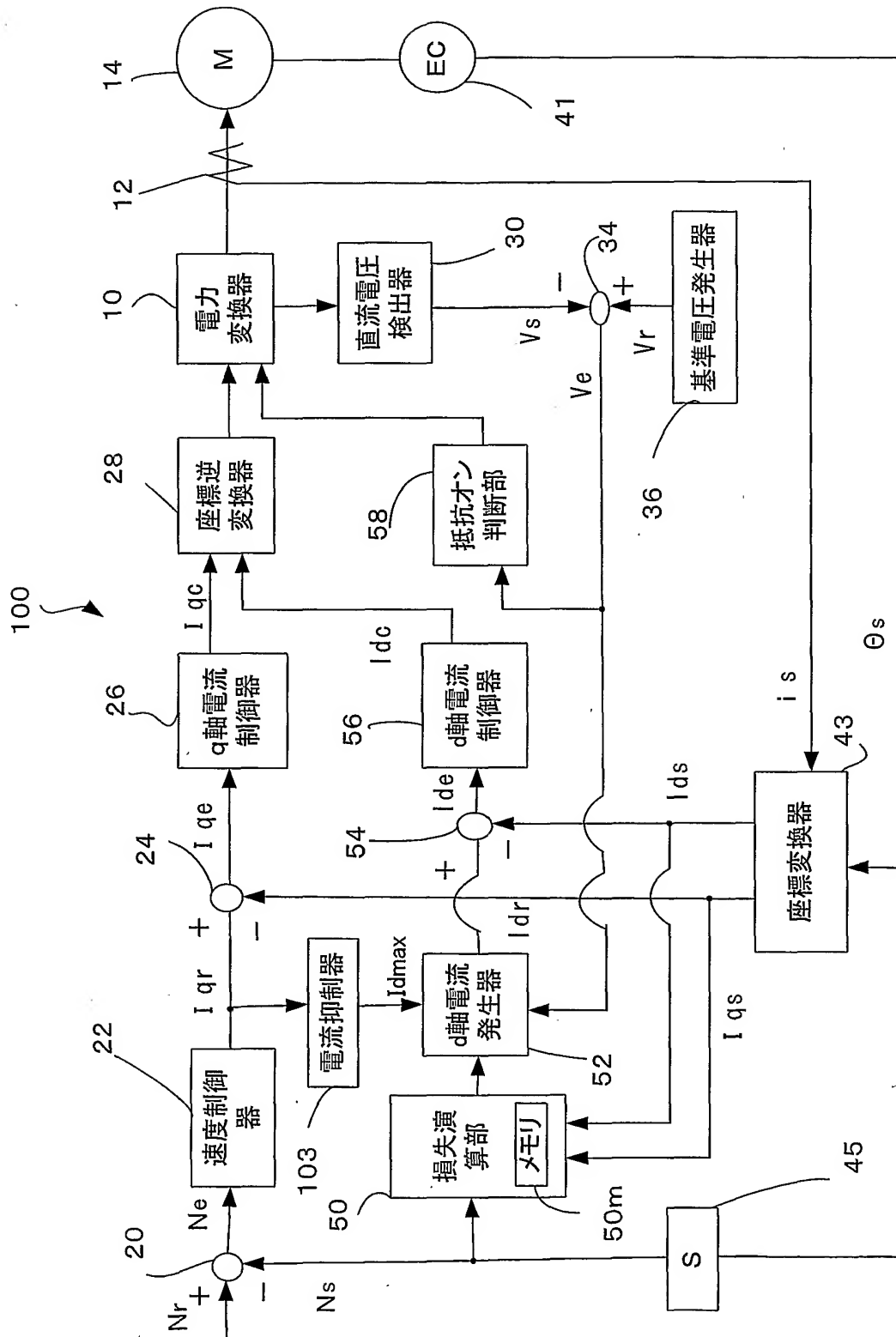
4/6

図4



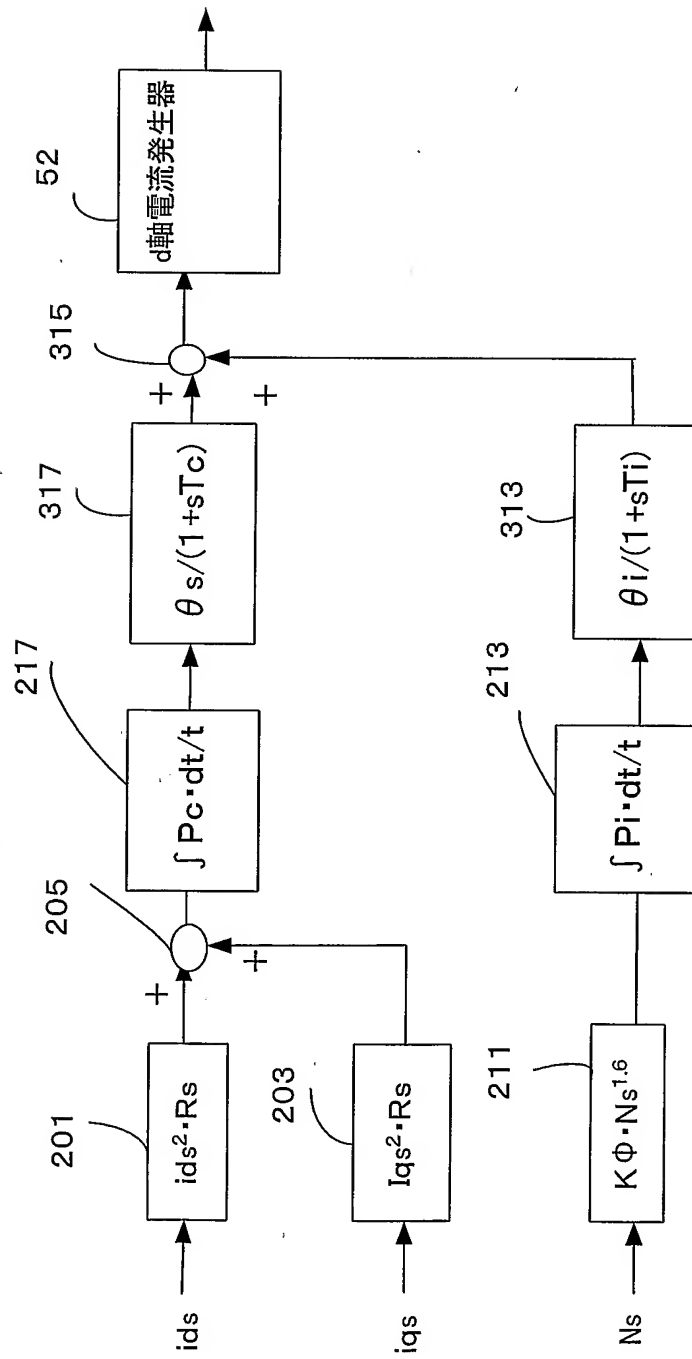
5/6

図5



6/6

図6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004044

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02P21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H02P21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-95300 A (Hitachi, Ltd.), 06 April, 2001 (06.04.01), All pages (Family: none)	1-5
Y	JP 5-137377 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 01 June, 1993 (01.06.93), All pages (Family: none)	1-5
Y	JP 2003-47300 A (Toyota Motor Corp.), 14 February, 2003 (14.02.03), All pages (Family: none)	3-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 August, 2004 (31.08.04)

Date of mailing of the international search report  
14 September, 2004 (14.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H02P 21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H02P 21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-2004  
日本国登録実用新案公報 1994-2004  
日本国実用新案登録公報 1996-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-95300 A (株式会社日立製作所), 06.04.2001, 全頁 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 5-137377 A (松下電器産業株式会社), 01.06.1993, 全頁 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2003-47300 A (トヨタ自動車株式会社), 14.02.2003, 全頁 (ファミリーなし)	3-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.08.2004

国際調査報告の発送日

14.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三島木 英宏

3V

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3356